

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(6)

(11)Publication number : 09-312447  
 (43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.CI. H01S 3/18  
 H01L 27/14  
 H01L 27/15  
 // H01L 21/205

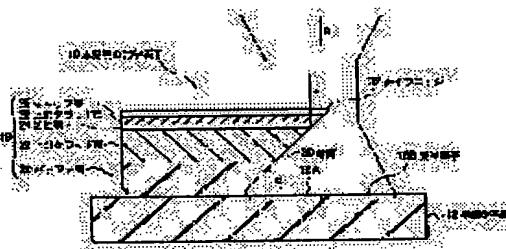
(21)Application number : 08-151698 (71)Applicant : SONY CORP  
 (22)Date of filing : 23.05.1996 (72)Inventor : NARUI HIRONOBU

## (54) OPTICAL DEVICE AND ITS MANUFACTURE METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical device that is of a compact structure and simply manufactured and provided at least with a light emitting element, a light receiving element and a reflecting mirror.

**SOLUTION:** The optical device 10 has a light receiving face on a substrate face of a semiconductor substrate 12 and is provided with light receiving elements 16 formed with two division parts and a light emitting element 18 provided in the vicinity of the light receiving element and having an active layer above the light receiving face adopting a semiconductor laser structure in a way of monolithic structure. The substrate face is tilted by 9.7° in a direction of [01-1] with respect to the {100} face. An end face 30 of the light emitting element on the light receiving element side is tilted by an angle 45° upward and extended toward the light receiving face to act like a reflecting face of a laser beam. An upper edge 32 of the end face is protruded in a path through which the return light R from an emitted body is made incident on the light receiving face of the light receiving element 16 to shut off part of the return light R made incident on the light receiving face as a knife edge. A laser beam L is directed upward by the reflecting face and emitted in the perpendicular direction, and the return light R reflected by an optical disk or the like reaches the knife edge, is received by the light receiving elements having two division parts, and the return light R is used for focus servo control.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-312447

(43)公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 S 3/18			H 01 S 3/18	
H 01 L 27/14			H 01 L 27/15	D
27/15			21/205	
// H 01 L 21/205			27/14	Z

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全6頁)

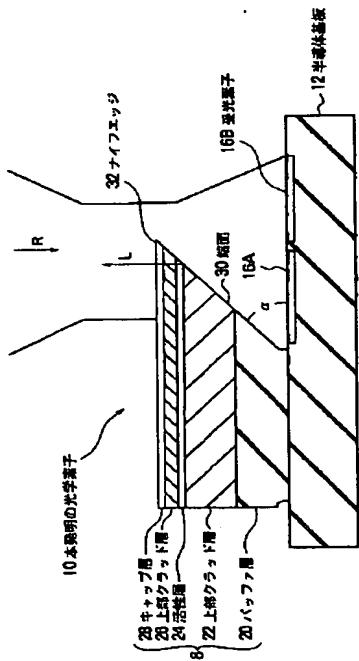
(21)出願番号 特願平8-151698	(71)出願人 000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日 平成8年(1996)5月23日	(72)発明者 成井 啓修 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ ー株式会社内

(54)【発明の名称】光学素子及びその作製方法

(57)【要約】

【課題】コンパクトな構造で、簡単に製作できる、少なくとも発光素子、受光素子及び反射鏡とを備えた光学素子を提供する。

【解決手段】本光学素子10は、半導体基板12の基板面14上に受光面を備えて、2分割された受光素子16と、受光素子の近傍でかつ受光面より上方に活性層を有する半導体レーザ構造の発光素子18とをモノシリック構造で備えている。基板面は、{100}面に対して9.7°[01-1]方向に傾斜している。発光素子の受光素子側の端面30は、受光面に対して上向きに角度45°で傾斜して延在し、レーザ光の反射面として機能する。端面の上端32は、被照射体からの戻り光Rが受光素子16の受光面に入射する経路に張り出し、受光面に入る戻り光Rの一部を遮断するナイフエッジとなる。レーザ光Lは、反射面で立ち上げられて垂直方向に出射し、光ディスク等で反射された戻り光Rはナイフエッジでナイフエッジされ、2分割された受光素子で受光し、フォーカスサポートを行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の基板面に受光面を備えたp-n接合又はp-i-n接合からなる受光素子と、受光素子近傍でかつ受光素子の受光面より上方に形成された活性層を有し、かつ半導体基板上に形成された半導体レーザ構造の発光素子とを備え、発光素子の受光素子側端面が、受光素子の受光面に対して上向きに傾斜して延在し、発光素子から発生するレーザ光の反射面として機能するようにしたことを特徴とする光学素子。

【請求項2】 発光素子の受光素子側端面の上端が、被照射体からのレーザ光戻り光の受光面への入射経路に張り出して、受光面に入る戻り光の一部を遮断するナイフエッジとして機能するように、発光素子が形成されることを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【請求項3】 半導体基板の基板面が、主面とする{100}面と平行か、又は15°以下の傾斜角で[01-1]方向に傾斜し、発光素子のレーザ共振器が[01-1]方向に延在し、発光素子の受光素子側端面が{111}B面と一致することを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子。

【請求項4】 主面とする{100}面に対して平行又は{100}面に対して15°以下の傾斜角で[01-1]方向に傾斜する半導体基板の基板面に受光面を備えたp-n接合又はp-i-n接合からなる受光素子を形成する工程と、

半導体レーザ構造の形成領域以外の基板面上にマスクパターン用の膜を形成する工程と、  
750°C以下の結晶成長温度、100以上のV/III比の条件下で、半導体レーザの形成領域に、レーザ共振器が[01-1]方向に延在し、かつIII-V族化合物半導体層からなる半導体レーザ積層構造を減圧有機金属相成長法により形成する積層工程とを備えることを特徴とする光学素子の作製方法。

【請求項5】 積層工程での結晶成長温度が650~750°Cの範囲にあり、V/III比が100~1000の範囲にあることを特徴とする請求項4に記載の光学素子の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光素子、反射鏡、受光素子等をモノシリック構造で集積した、所謂Confocal Laser Coupler型（コンフォーカル・レーザ・カプラ型、以下、簡単にCLC型と言う）光学素子及びその作製方法に関し、更に詳細には、軽量・小型化され、光学的アライメントの容易なCLC型光学素子、例えば光ディスクの読み取り、書き込み等に使用される光ピックアップに最適な光学素子及びその作製方法に関するものである。

## 【0002】

2

【従来の技術】光ディスクの読み取り、書き込みを行うために光ディスク装置に設けられる光学素子は、一般に、光ピックアップと呼ばれており、図5に示すように、レーザ光Lを出射する半導体レーザ52、出射したレーザ光Lを透過させ、光ディスクDからの戻り光Rを反射するビームスプリッタ54、対物レンズ56、戻り光Rの一部を遮断して回折外乱の影響を避けるナイフエッジ58、戻り光Rを受光するフォトダイオード60等の光学部品で構成されている。また、光ピックアップは、図5及び図6に示すようなナイフエッジ法によるオートフォーカス方式により、光ディスクのデフォーカスエラー信号処理がなされている。尚、図6(a)及び(b)は、ナイフエッジ58により戻り光Rを遮断する様子を説明する概念図である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の光ピックアップでは、それらの部品が個別にハイブリッド構造で基板上に配置されているので、光ピックアップの構成が複雑になるとともに寸法も大きく、従って、光ピックアップの小型化の要請に反するという問題があった。また、ナイフエッジ法等のオートフォーカス方式を備えた光ピックアップでは、オートフォーカス方式を効果的にするために高い光学的アライメント精度を必要とする。その結果、光学部品を基板上にハイブリッド構造で組み立てる際、高度の製作技術を必要とし、生産性の向上が難しかった。以上の説明では、光ピックアップを例にして説明したが、発光素子、反射面及び受光素子を備える他の光学素子であっても、問題は同じである。

【0004】そこで、本発明の目的は、コンパクトな構造で、簡単に製作できる、少なくとも発光素子、受光素子及び反射鏡とを備えた光学素子を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者は、光ピックアップ等の光学素子をCLC型光学素子として構成することにより、上記目的を達成することに着目し、本発明を完成するに到った。本発明に係る光学素子は、半導体基板の基板面に受光面を備えたp-n接合又はp-i-n接合からなる受光素子と、受光素子近傍でかつ受光素子の受光面より上方に形成された活性層を有し、かつ半導体基板上に形成された半導体レーザ構造の発光素子とを備え、発光素子の受光素子側端面が、受光素子の受光面に対して上向きに傾斜して延在し、発光素子から発生するレーザ光の反射面として機能するようにしたことを特徴としている。本発明に係る光学素子は、発光素子から発光したレーザ光を反射面で上方に進行するように反射させ、被照射体からの戻り光を受光素子で受光する構成になっている。

【0006】好適には、発光素子の受光素子側端面の上端が、被照射体からのレーザ光戻り光の受光面への入射

50

経路に張り出して、受光面に入る戻り光の一部を遮断するナイフェッジとして機能するように、半導体基板上に発光素子を形成する。これにより、ナイフェッジ法によりオートフォーカスを行う光学素子をモノシリック構造で構成することができる。更に好適には、半導体基板の基板面が、主面とする(100)面と平行か、又は15°以下の傾斜角で[01-1]方向に傾斜し、発光素子のレーザ共振器が[01-1]方向に延在し、発光素子の受光素子側端面が(111)B面と一致するようとする。これにより、反射面として優れた特質を有する(111)B面を反射面に使用することができる。尚、(111)B面とは、GaAs結晶基板の表層にAs原子が配列されている(111)面を言い、これに対して、(111)A面とはGa原子が配列されている(111)面を言う。

【0007】光学素子を形成する本発明に係る方法は、主面とする(100)面に対して平行又は(100)面に対して15°以下の傾斜角で[01-1]方向に傾斜する半導体基板の基板面に受光面を備えたpn接合又はpin接合からなる受光素子を形成する工程と、半導体レーザ構造の形成領域以外の基板面上にマスクパターン用の膜を形成する工程と、750°C以下の結晶成長温度、100以上のV/I II比の条件下で、好適には、650~750°Cの範囲の結晶成長温度、100~1000の範囲のV/I II比の条件下で、半導体レーザの形成領域に、レーザ共振器が[01-1]方向に延在し、かつIII-V族化合物半導体層からなる半導体レーザ積層構造を減圧有機金属気相成長法により形成する積層工程とを備えることを特徴としている。本発明方法では、特定した条件下でIII-V族化合物半導体層からなる半導体レーザ積層構造を減圧有機金属気相成長法により形成することにより、(111)A面の結晶成長速度が極めて速くなり、(111)B面を露出させながら、化合物半導体層を成長させることができる。よって、本発明方法を適用することにより、反射面として優れた特質を有する(111)B面を反射面として備えた光学素子を作製することができる。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下に、実施例を挙げ、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を具体的かつ詳細に説明する。

#### 実施例1

本実施例は、本発明に係る光学素子を光ビックアップの主要部として構成した実施例である。図1は、本実施例の光学素子の層構造と機能を説明する光学素子の断面図である。本実施例の光学素子10は、図1に示すように、(100)面を主面とし、n-GaAsからなる半導体基板12の基板面14上に受光面を備えたpn接合又はpin接合からなる2分割された受光素子16A、Bと、受光素子16Aの近傍でかつ受光素子16の受光

面より上方に形成された活性層を有する半導体レーザ構造(18)の発光素子18とを備えている。基板面14は、{100}面に対して9.7°だけ[01-1]方向に傾斜している。受光素子16は、拡散法又は結晶成長法により形成されている。

【0009】発光素子18を構成する半導体レーザ構造(18)は、n-GaAsからなるバッファ層20と、n-AlGaAsからなる下部クラッド層22と、i-AlGaAsからなる活性層24と、p-AlGaAsからなる上部クラッド層26と、p-AlGaAsからなるキャップ層28とから構成されている。半導体レーザ構造18の受光素子側の端面30は、受光素子16の受光面に対して上向きに角度45°(図1ではαで表示)で傾斜して延在し、半導体レーザ構造18から発生するレーザ光Lの反射面として機能するようになっている。また、端面30の上端32は、レーザ光Lの被照射体からの戻り光Rが受光素子16の受光面に入射する経路に張り出し、受光面に入る戻り光Rの一部を遮断するナイフェッジとして機能する。

20 【0010】以上の構成により、本実施例の光学素子10では、半導体レーザ構造18で発生したレーザ光Lは、反射面30で立ち上げられて、基板面から垂直方向に出射し、光ディスク等で反射された戻り光Rはナイフェッジ32でナイフェッジされ、2分割されたフォトダイオード16A、Bで受光し、フォーカスサーボを行うことができる。本実施例の光学素子10は、発光素子18、ビームスプリッタに相当する反射面30、ナイフェッジ32及び受光素子16をコンパクトでモノシリック構造で備える光学素子であって、例えば光ビックアップの主要部として使用できる。

#### 【0011】実施例2

本実施例は、本発明に係る光学素子の形成方法の実施例であって、図2(a)から図2(d)、図3(e)から図3(g)及び図4(h)と図4(i)は本発明方法を実施する際の工程毎の基板の層構造を示す基板断面図である。本実施例では、先ず、図2(a)に示すように、(100)面を主面とし、(100)面に対して[01-1]方向に9.7°傾斜させた基板面を有するGaAsからなる基板12上に結晶成長法又は拡散法によっ

40 て、pn接合又はpin接合を有し、かつ2分割されたフォトダイオード16A、Bを形成する。次に、図2(b)に示すように、レーザ形成領域36を除いた基板面上にSiO<sub>2</sub>膜又はSiN膜をマスクパターン用の膜34として成膜する。次いで、図2(c)、図2(d)、図3(e)から図3(g)に示すように、レーザ形成領域36に、順次、選択的結晶成長法、例えば減圧有機金属気相成長法(以下、簡単にLPMOCVD法と言う)によりn-GaAsからなるバッファ層20、n-AlGaAsからなる下部クラッド層22、i-AlGaAsからなる活性層24、p-AlGaAsから

なる上部クラッド層26、及び、p-GaAsからなるキャップ層28の積層構造を形成する。

【0012】結晶成長方法としては、トリメチルガリウム、トリメチルアルミニウム、アルシン等の原料を使用し、減圧有機金属気相成長法(LPMOCVD法)を用い、かつ成長温度を750°C以下、V/I<sub>III</sub>比を10以上にすることにより、図2(c)から図3(g)に示すように、{111}B面を端面とし露出させつつ上方に結晶面が広がった形状に各層を成長させることができる。成長温度が750~800°Cで、V/I<sub>III</sub>=10~100の従来の成長条件では、{111}A面を出しながら成長が進んでいくが、本実施例のように、低い成長温度、高V/I<sub>III</sub>比を採用することにより、{111}A面の成長速度が極めて速くなるので、{111}B面を露出させながら、層を成長させることができる。また、この{111}B面の出現によって、各層を水平な層状に形成することができる。本実施例では、主面に対して[01-1]方向に9.7°傾斜させた基板面上にレーザ積層構造を成長させているので、図3(g)で、右側の斜めの面38(図1で端面30)は、基板の水平面と成す角度β(図1ではαと同じ角度)は45°となるが、反対の面40の角度γは64.4°となる。

【0013】次いで、図4(h)に示すように、キャップ層28上にマスクパターン用の膜42としてSiO<sub>x</sub>膜又はSiN膜を形成し、バーニングし、マスクパターンを形成する。更に、図4(i)に示すように、バーニングした膜42をマスクにして反応性イオンエッチング(RIE)等の方向性エッティングを基板面に直交する方向に施し、基板面に直交する端面44を形成する。次いで、絶縁膜34及び絶縁膜42を除去すると、図1に示す光学素子10を得ることができる。尚、絶縁膜34は残存させて、反射防止膜として機能させることもで\*

\*きる。

#### 【0014】

【発明の効果】本発明によれば、対物レンズ以外の光学部品、例えば発光素子、反射鏡、受光素子、ナイフエッジ等をモノシリック構造で構成しているので、小型・軽量化され、かつアライメントフリーな光学素子、特に光ピックアップとして最適な光学素子を実現することができる。本発明方法は、本発明に係る光学素子を簡単な工程で経済的に作製することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光学素子の実施例の層構造と機能を説明する断面図である。

【図2】図2(a)から図2(d)は、それぞれ、本発明方法を実施する際の工程毎の基板の層構造を示す基板断面図である。

【図3】図3(e)から図3(g)は、それぞれ、図2(d)に続く、本発明方法を実施する際の工程毎の基板の層構造を示す基板断面図である。

【図4】図4(h)及び図4(i)は、それぞれ、図3(g)に続く、本発明方法を実施する際の工程毎の基板の層構造を示す基板断面図である。

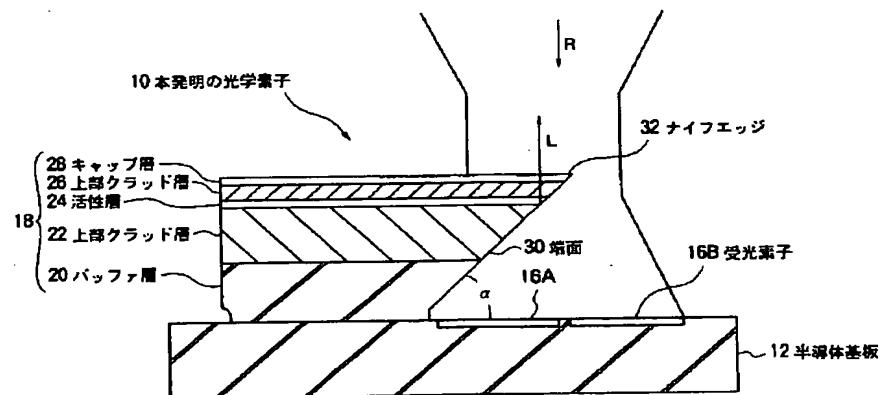
【図5】光ピックアップの構成と機能を示す概念図である。

【図6】図6(a)及び(b)は、それぞれ、ナイフエッジの機能を説明する概念図である。

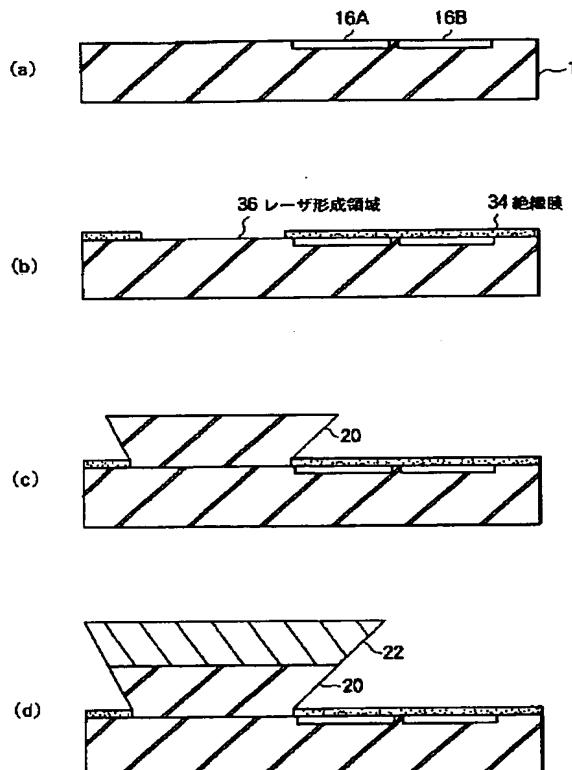
#### 【符号の説明】

- 10……光学素子の実施例、12……半導体基板、14……基板面、16……受光素子、18……発光素子、20……バッファ層、22……下部クラッド層、24……活性層、26……上部クラッド層、28……キャップ層、30……端面、32……ナイフエッジ、34……絶縁膜、36……レーザ形成領域、38……右側の斜めの面、40……反対側の面、42……絶縁膜。

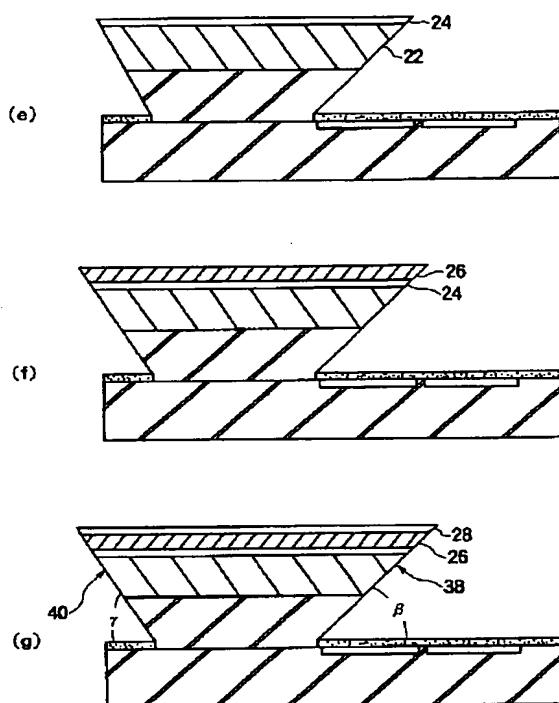
【図1】



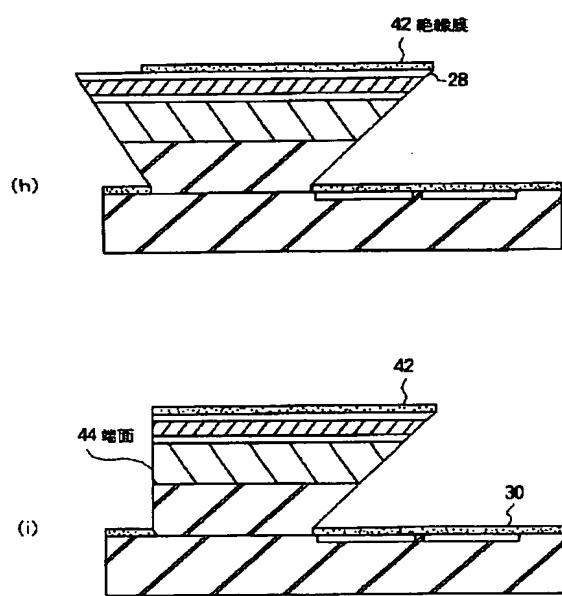
【図2】



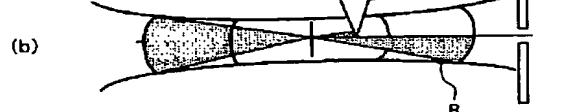
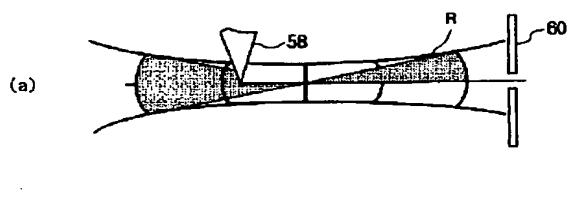
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

